

KONSTRUKCJA STANOWISKA DO BADANIA CZUJNIKÓW ULTRAŹWIĘKOWYCH

CONSTRUCTION OF TESTING STAND FOR ULTRASONIC SENSORS

Krystian TUCZYŃSKI, Tomasz WARCHOŁ, Robert BIAŁOGŁOWSKI

Resume

Skonstruowane przez autorów stanowisko służy do badania czujnika ultradźwiękowego podczas zajęć laboratoryjnych z przedmiotów technicznych. Studenci korzystający z układu sprawdzają wpływ odległości, rodzaju materiału oraz ustawień na odczyt podstawowych parametrów czujnika.

Abstract:

Testing stand for ultrasonic sensors constructed by the authors is used during technical laboratory classes. Students using this stand are checking the influence of distance, material, and position of sensor on basic parameters.

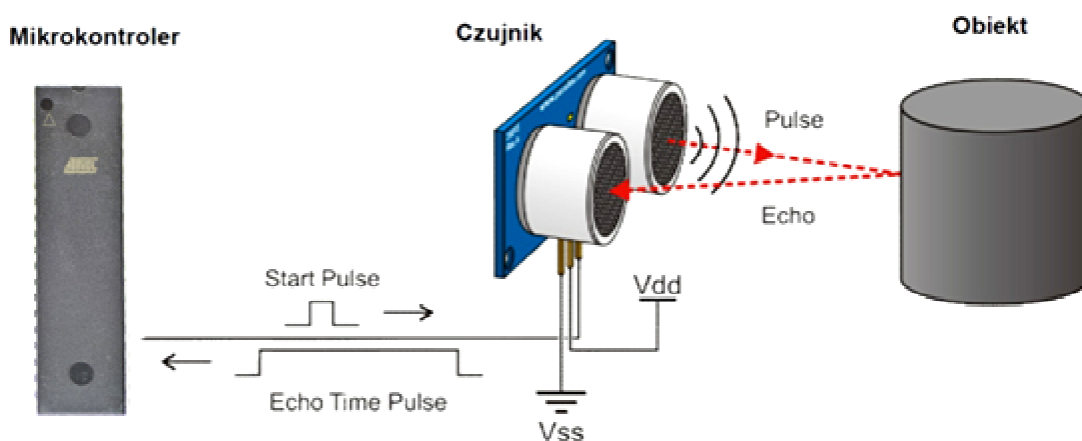
Wstęp

W artykule przedstawiono stanowisko do przeprowadzania badań na czujnikach ultradźwiękowych. Praca składa się z trzech części dotyczących istoty zagadnienia, procesu konstruowania i wytworzenia układu oraz przebiegu badania czujników. Część pierwsza zawiera istotę problemu i opis układu do badania czujników ultradźwiękowych. W dalszej części przedstawiona została koncepcja układu oraz przegląd zastosowanych w projekcie elementów elektronicznych wraz z ich parametrami. W części trzeciej opisany został sposób badania czujników ultradźwiękowych. Podsumowanie omawia problemy, z jakimi autorzy zetknęli się przy pracy nad stanowiskiem, możliwościami jego wykorzystania oraz rozwoju w przyszłości.

Poprzez pracę na zaprojektowanym stanowisku studenci kierunków technicznych Uniwersytetu Rzeszowskiego będą mieli możliwość poznania zasady działania czujników ultradźwiękowych oraz poznają wpływ odległości i rodzaju przeszkody na czas, w jakim sygnał zostaje odebrany przez odbiornik sensora. Wymienione powody były głównymi argumentami opowiadającymi się za wykonaniem nowatorskiego projektu.

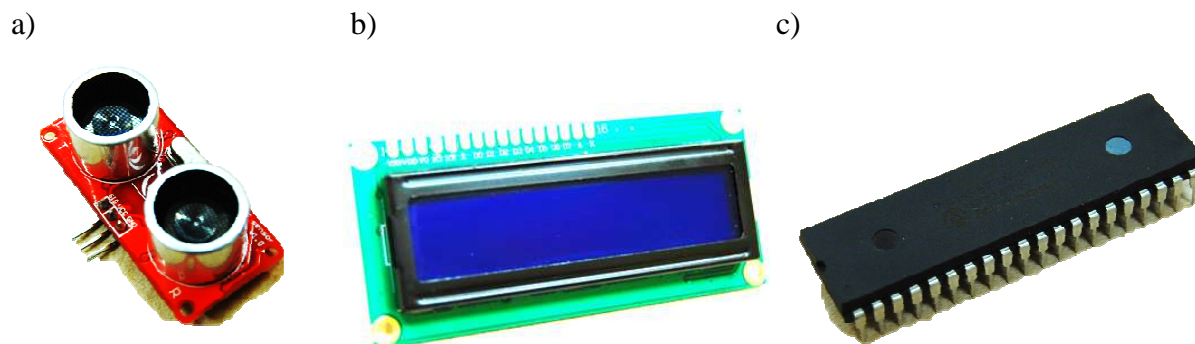
Budowa stanowiska

Kluczowym podzespołem stanowiska jest czujnik ultradźwiękowy wykorzystujący fale, których częstotliwość wynosi 40kHz (poza granicą słyszalności przez ludzi) [1,8]. Czujnik ultradźwiękowy składa się z nadajnika, emitującego falę ultradźwiękową oraz odbiornika, który odbiera odbity od przeszkody sygnał. Współczesne czujniki ultradźwiękowe poza uprzednio wspomnianymi elementami posiadają wbudowane układy elektroniczne, których zadaniem jest sterowanie procesem generowania oraz detekcji sygnału.



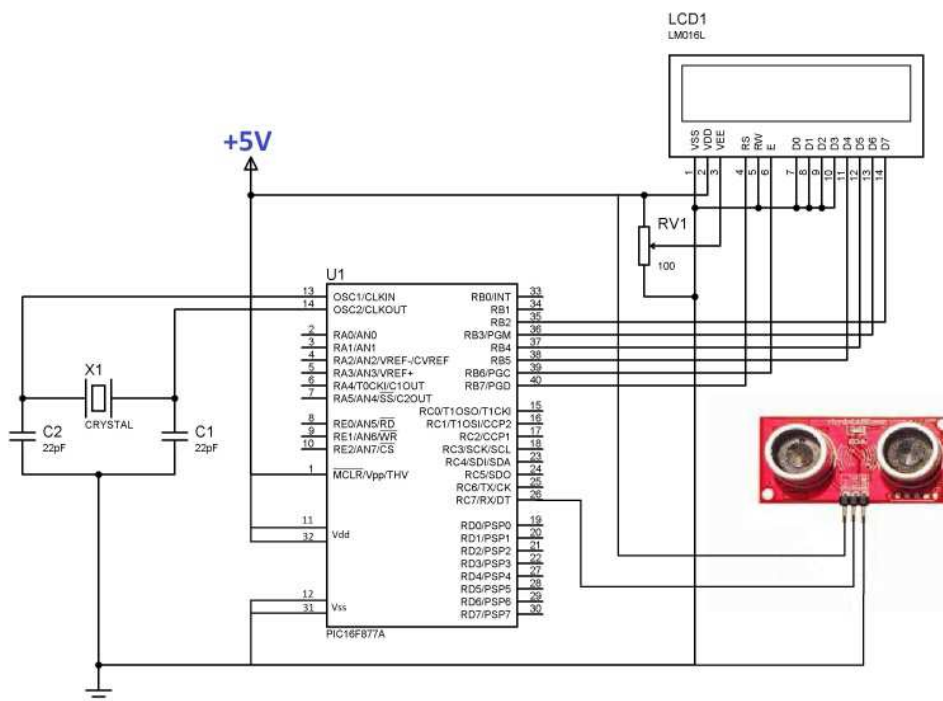
Rys. 1 Rysunek przedstawiający zasadę działania czujnika ultradźwiękowego

Do czujnika ultradźwiękowego dołączony został ciekłokrystaliczny wyświetlacz LCD, na którym wyświetlany jest czas powrotu echa wysłanego sygnału wyrażony w μs oraz obliczona na tej podstawie odległość, w jakiej znajduje się czujnik od przeszkody wyrażona w mm. Czujnik ultradźwiękowy (Rys. 2a) połączony jest z zaprogramowanym w języku C mikrokontrolerem (Rys. 2c), który steruje czujnikiem oraz jest odpowiedzialny za przedstawienie wyników pomiaru na wyświetlaczu LCD (Rys. 2b). Mechaniczny układ przesuwu przeszkody jest precyzyjnie sterowany poprzez kontroler silnika krokowego. Osoba badająca układ wpływa za pomocą joysticka na odległość przeszkody, od której odbija się wysłany przez nadajnik sygnał.



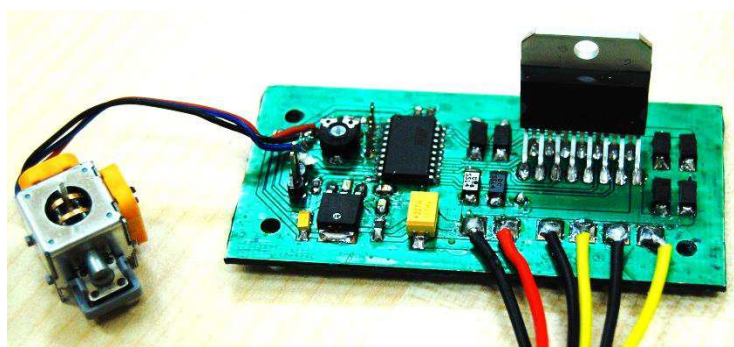
Rys. 2 Główne elementy zestawu a) czujnik ultradźwiękowy b) wyświetlacz LCD c) mikrokontroler PIC16F877A

Pierwszym zadaniem było przygotowanie podstawy stanowiska o wymiarach 500x250mm obejmującej zarówno część mechaniczną jak i elektroniczną układu. Kolejną czynnością podczas konstruowania stanowiska było wykonanie uchwytu, którego zadaniem jest transport badanego materiału. Do tego celu autorzy użyli mechanizmu napędowego składającego się z przekładni kół zębatach, paska napędzającego oraz silnika krokowego pozyskanego z skanera płaskiego. Ruchomy element mechanizmu, na którym przymocowane zostają materiały przeznaczone do detekcji osadzony został na przewodniku o przekroju okrągłym przymocowanym do kątowników oraz do szyny wykonanej na potrzeby tego projektu. W celu zniwelowania tarcia powodującego nadmierne zużycie przewodnic w wyniku poruszania się mechanizmu autorzy projektu zastosowali smar zwiększający poślizg pomiędzy pracującymi elementami.



Rys. 3 Schemat układu pomiarowego do czujników ultradźwiękowych [13]

Kolejnym etapem projektu było wykonanie przeszkód, od których wysyłana fala ultradźwiękowa zostaje odbita. Materiały, które zostały użyte do ich wytworzenia to pleksi, szkło, karton, pianka oraz miedziana i stalowa płyta. Wymiary każdej z wykonanych próbek były ujednoczone i wynosiły 200x100mm. Po wykonaniu roboczej części stanowiska autorzy przystąpili do konstruowania sterownika silnika krokowego (rys. 4). Sterownik ma za zadanie płynną regulację prędkości obrotowej i kierunku obrotu silnika użytego w projekcie. Płyta sterownika wraz z montażem elementów została wykonana w Pracowni Innowacyjnych Konstrukcji Elektronicznych Laboratorium Sterowania Układów Mechanicznych i Elektrycznych Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Matematyczno-Przyrodniczej Uniwersytetu Rzeszowskiego.



Rys. 4 Moduł sterownika silnika krokowego

Charakterystyka stanowiska

Podczas doboru czujników ultradźwiękowych autorzy musieli przede wszystkim zwrócić uwagę na parametry sensorów, możliwości mikrokontrolera sterującego wysyłaniem

i odbieraniem fali ultradźwiękowej oraz możliwością montażu wyświetlacza LCD przedstawiającego aktualne parametry pracy stanowiska. Dodatkowym czynnikiem, jaki należało wziąć pod uwagę był zakres pracy czujników. Optymalnym wyborem okazał się model czujnika PING o parametrach pokrywających się z założeniami projektowymi (Tab.1).
Tab. 1 Specyfikacja czujnika ultradźwiękowego zastosowanego w projekcie [5]

Lp.	Opis	Parametry
1.	Wymiary modułu	43 x 20 x 15 [mm]
2.	Napięcie pracy	5 [V]
3.	Prąd statyczny	< 2 [mA]
4.	Prąd podczas pracy	15 [mA]
5.	Zakres pomiaru	30- 4000 [mm]
6.	Dokładność pomiaru	ok. 10 [mm]
7.	Kąt efektywnego działania	<15 [°]
8.	Maksymalny kąt działania	30 [°]
9.	Częstotliwość pracy	40 [kHz]
10.	Szerokość wyzwalanego impulsu	10 [μs]
11.	Podłączenie	1.VCC / 2.GND/ 3. SIG

Sprawnie działający układ potrzebował odpowiedniego mikrokontrolera, który byłby odpowiedzialny za sterowanie czujnikiem ultradźwiękowym jak i wyświetlaczem. Analizując dostępne na rynku mikrokontrolery autorzy zdecydowali się na model PIC16F877A w obudowie dip 40. Wybór w dużej mierze spowodowany był niską ceną oraz parametrami spełniającymi wymagania stanowiska badawczego. Dodatkowymi atutami decydującymi o wyborze mikrokontrolera typu PIC jest łatwość ich programowania oraz bezawaryjność. Warto również wspomnieć, iż wybrany przez autorów mikrokontroler cechuje się dużą dokładnością i szybkością wykonywanych obliczeń zadanych w programie, dzięki czemu wypisywane na wyświetlaczu wyniki są bardzo miarodajne. Kolejnym czynnikiem, jaki należało wziąć pod uwagę był rodzaj wyświetlacza. Podczas badania określony ma zostać czas powrotu sygnału oraz odległość przeszkody od czujnika, w związku z czym autorzy zdecydowali się na użycie wyświetlacza, który wyświetla informacje w dwóch osobnych liniach. Zabieg ten miał na celu zwiększenie czytelności otrzymanych wyników.

Przebieg badania

Podczas wykonywania badań należy zwrócić uwagę na czas, w jakim fala ultradźwiękowa natrafiająca na przeszkodę powraca do czujnika w zależności od odległości i materiału zastosowanego jako obiekt. Następnie należy porównać rzeczywistą odległość czujników od przeszkody z tą, która jest przedstawiona na wyświetlaczu LCD. Badanie należy przeprowadzić dla odległości w zakresie 20-300mm, co ok. 10mm dla przykładowych materiałów umieszczanych, jako przeszkody (szkło, pleksi, płytki miedziana, płytki stalowa, karton, pianka).

PODSUMOWANIE

Wykonany przez autorów projekt stanowi alternatywę dla istniejących stanowisk do badania czujników ultradźwiękowych. Związane jest to z zastosowaniem różnorodnych materiałów oraz precyzyjnej mechatronicznej konstrukcji stanowiska. Studenci korzystający z wykonanego przez autorów układu będą mogli zaobserwować zakres pracy czujników ultradźwiękowych w odniesieniu do różnorodnych materiałów oraz ustawienia samego

czujnika. Funkcjonalność stanowiska w przyszłości można rozszerzyć o płynną regulację kąta położenia czujnika, co spowoduje bardziej precyzyjne nastawy podczas przeprowadzania ćwiczenia.

LITERATURA:

1. Czujniki, Gajek Andrzej, Juda Zdzisław, WKŁ Warszawa 2009
2. Metodyka konstruowania sprzętu elektronicznego, Dobies Ryszard, WKiŁ Warszawa 1987
3. Projektowanie układów analogowych - poradnik praktyczny, Pease Robert, BTC Legionowo 2005
4. Pomiarzy - czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego, Piotrowski Janusz praca zbiorowa, WNT 2009
5. Ćwiczenia pracowni elektronicznej II, Szczurek Tomasz, UMK Toruń 1994
6. Laboratorium elektroniki część I i II, Michalski Andrzej, Wysocka Felicja, WSP Bydgoszcz 1990
7. Inventor Pierwsze kroki, Wydawnictwo HELION, Autorzy: Bogdan Noga, Zbigniew Kosma, Jan Parczewski, ISBN: 978-83-246-2034-0
8. Sensoryka robotów laboratorium Świsulski Dariusz, Rafiński Leszek, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2007
9. http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Ultra_Sonic_range_measurement_module
10. http://www.cyfronika.com.pl/kity_avt/kityavt2013/avt1725.pdf
11. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Ultradźwięki>
12. <http://akizukidenshi.com/download/PIC16F877A.pdf>
13. <http://electrosome.com/interfacing-ultrasonic-distance-sensor-ascii-pic-microcontroller/>